RENDICONTI DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali
Estratto dal vol. XIV, 1° sem., serie 5ª, fasc. 6°. — Seduta del 19 marzo 1905.

L'ANIDRIDE CARBONICA

COME RIMEDIO DEL MALE DI MONTAGNA

E PERCHÈ

NELLE ASCENSIONI AEREOSTATICHE

QUESTA DEBBA RESPIRARSI COLL'OSSIGENO

NOTA

DEL SOCIO

ANGELO MOSSO

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI
1905

Fisiologia. — *L'anidride carbonica come rimedio del male di montagna, e perchè nelle ascensioni aereostatiche questa debba respirarsi coll'ossigeno.* Nota del Socio ANGELO MOSSO.

§ 1.

Ho consigliato agli aereonauti di aggiungere dall'8 al 10 per cento di anidride carbonica all'ossigeno compresso che portano nelle ascensioni, perchè l'ossigeno non basta da solo per rimediare ai danni che subisce l'organismo durante le forti depressioni barometriche. Questa proposta derivava come una proposizione dimostrata dalle mie esperienze e trovava una conferma nel fatto che Sivel, Croce-Spinelli e Tissandier non approfittarono dell'ossigeno che avevano portato seco nell'ascensione dello *Zénith*; che Berson era sonnolento malgrado che respirasse dell'ossigeno nelle altissime regioni dell'atmosfera (1) e che Süring in altre ascensioni trovò che l'ossigeno non era sufficiente per ristabilire le condizioni normali dell'attenzione e del sistema nervoso (2). Le analisi del sangue fatte l'anno prima sulla vetta del Monte Rosa (3) mi avevano indicato questa applicazione dell'anidride carbonica. L'entità dei preparativi che feci per tale impresa, quando mi accinsi alla spedizione del 1903 sul Monte Rosa, prova come io considerassi questa applicazione come il problema più importante fra quelli che volevo risolvere. Portai ottomila litri di ossigeno nella Capanna Regina Margherita insieme a tremila litri di anidride carbonica. Le provviste di ossigeno erano contenute in due cilindri di acciaio che pesavano 21,5 chilog. ciascuno, pieni di ossigeno compresso a 120 atmosfere: avevo due altri cilindri di ferro (così detti bidoni) alti 70 centim. del diametro di 22 centim., che servivano come recipienti pei gas fino alla pressione di 12 atmosfere e poi avevo quattro cilindri più maneggevoli alti 40 centimetri col diametro di 8,5 per dare agli alpinisti che soffrissero il male di montagna. Non avendo consumato queste provviste di ossigeno, e di acido carbonico liquido, rimangono nella Capanna Regina Margherita 3000 litri di ossigeno compresso in un cilindro intatto, insieme ad un altro cilindro pure intatto di acido carbonico liquido. Avverto i colleghi che desiderassero ripetere queste esperienze, che lasciai a loro disposizione non solo queste provvigioni di ossigeno e di CO_2, ma che troveranno nella Capanna Regina Margherita, insieme ai cilindri,

(1) R. Asmann und A. Berson, *Wissenschaftliche Luftfahrten*. Bd. II, pag. 418.

(2) Vedi nota precedente, Atti R. Accad. dei Lincei, 5 febbraio 1905.

(3) Mosso e Marro, Archives ital. de Biologie. Tome XXXIX, pag. 395.

quanto occorre per travasare i gas, insieme ai manometri per far le miscele e gli apparecchi di Hempel per le analisi. Il metodo che adoperai consisteva nel far le mescolanze (servendomi di un grande manometro Bourdon controllato) nei bidoni contenenti 375 litri a 12 atmosfere, e da questi le travasavo nei cilindri più piccoli che davo agli alpinisti.

Fatte le mescolanze colle indicazioni manometriche, le rettificavo e le correggevo per mezzo dell'analisi servendomi delle burette di Hempel. Per regolare la velocità dell'efflusso non volli portare apparecchi speciali: è facile sentendo il suono che produce la corrente del gas di prenderne solo la quantità che occorre, e maneggiando la chiavetta si rende un poco maggiore l'apertura quando diminuisce la pressione del gas nel cilindro.

Riferisco le osservazioni fatte per conoscere l'azione del CO_2 che discuteremo dopo.

1ª *Osservazione nella Capanna Regina Margherita* (4560 m.).

18 agosto 1903. Arriva una comitiva di quattro alpinisti e due guide. La notte avevano dormito male nella Capanna Gnifetti, dove pel cattivo tempo si erano rifugiate 24 persone: durante l'ascensione furono molestati dalla nebbia, ed arrivarono molto stanchi. Quando giunsero alla Capanna Regina Margherita uno di essi, G. F., aveva nausea e voglia di vomitare, era abbattuto e molto pallido: non avendo appetito stette tutto il giorno a letto lagnandosi di mal di capo: fu specialmente nella notte che venne molestato dal vomito così che dovette alzarsi e il custode gli fece una tazza di caffè. Il giorno dopo alle 7, i suoi colleghi mi pregano di esaminarlo: aveva passata la notte insonne: si lamentava della molesta sensazione come di un cerchio attorno la fronte: aveva 117 pulsazioni al minuto e 23 respirazioni: trovavasi in uno stato di apatia grande e di stanchezza.

Gli feci respirare la mescolanza di CO_2 8 % nell'ossigeno e mi disse di averne sollievo. Poco dopo gli diedi l'altro cilindro coll'ossigeno compresso: egli aveva imparato subito a maneggiare il robinetto e a regolare la corrente del gas secondo la sonorità del sibilo e stando seduto sul letto respirava tenendo l'imbuto davanti al naso ed alla bocca. Dopo aver respirato per un minuto l'ossigeno, disse che preferiva l'altro cilindro perchè lo faceva star meglio. Ripetemmo alternativamente la prova e sempre collo stesso successo. Alzatosi, mi assicurò che sentivasi meglio in forze. Consumò un terzo cilindro della miscela di CO_2 % e ripartì coi suoi compagni.

Seppi dopo che fermatosi alla Capanna Gnifetti in buone condizioni volle proseguire per Gressoney.

2ª *Osservazione nella Capanna Regina Margherita* (4560 m.).

23 agosto 1903. Enrico Francioli, un ragazzo di 15 anni, il figlio del custode della Capanna Regina Margherita, fece la sua prima ascensione sul Monte Rosa.

Dopo aver dormito la notte precedente nella Capanna Gnifetti arrivò con suo padre in buone condizioni alle ore 9: si coricò e alle 13 alzatosi mangiò poco e senza appetito: si lagnava di mal di capo e tornò a letto. Alle 19 alzatosi perchè soffriva di nausea, vomitò; subito accorsi per soccorrerlo e raccolsi circa 300 cc. di liquido bilioso frammisto a sostanze alimentari; il polso era 106 al minuto, il respiro irregolare da 22 a 24. Avendo pronti i due cilindri, uno coll'ossigeno compresso a 10 atmosfere, e l'altro coll' 8 % di CO_2, cominciai coll'ossigeno. Alle ore 19,30′ quando feci questa prima esperienza il polso era 104, il respiro 24 al minuto: prese l'ossigeno in abbondanza per 1 minuto e dopo, mentre continua l' inalazione, il polso scese a 90 e il respiro a 20 al minuto. Si continua la somministrazione dell'ossigeno; dopo due altri minuti conto polso 98 e respiro 22; il polso dovevo contarlo alla carotide, tanto era debole nell'arteria radiale che non si sentiva. Cessata l'inalazione dell'ossigeno dopo due minuti il polso è 106 e il respiro 26 al minuto.

19,50′. Ritornate le condizioni come erano prima gli faccio respirare una mescolanza di 10 % CO_2 nell'ossigeno. Il polso che era 106 al minuto scende a 100, il respiro da 26 a 24: le inspirazioni sono visibilmente più ampie: dopo 1 minuto si sospende. Enrico Francioli dice che questo rimedio lo ha sollevato, che si sente meglio.

19,55′. Gli facciamo respirare per due minuti la miscela 10 % CO_2 nell'ossigeno; il polso che prima non potevasi contare alla radiale ora è divenuto così forte che abbandoniamo la carotide. I vasi sanguigni della faccia che erano dilatati si restringono alquanto durante le inalazioni del CO_2. Il ragazzo ci avverte che è cessato il male di capo, il polso scende a 96, il respiro rimane a 24 ed è profondo.

20,15′. Ricomparsa la nausea, torniamo a dargli un cilindro pieno della mescolanza del 10 % di CO_2 nell'ossigeno; e lasciamo che egli se ne serva da solo dopo esserci assicurati che tornavano a ripetersi i mutamenti del polso e del respiro sopra esposti e che scompariva la nausea durante le inalazioni col CO_2.

3ª e 4ª *Osservazione nella Capanna Regina Margherita* (4560 m.).

24 agosto 1903. Alle ore 10 arrivano otto persone che avevano dormito all'Albergo del Col d'Olen, ma poco e male, perchè c'era molta folla: si coricarono tardi, si alzarono presto e vennero su in fretta, così che erano stanchi: due soffrivano il mal di montagna, con cefalea, avevano una grande frequenza del polso e nausea. Si coricarono tutti e dopo due ore si alzarono per far colazione: due però non avevano appetito e stettero a letto; essendo miei amici e conoscenti, cominciai alle ore 13 le osservazioni coll'ossigeno puro e colla mescolanza di CO_2 8 % nell'ossigeno.

Avevo quattro cilindri piccoli, due contenenti l'ossigeno compresso e due altri con le mescolanze di CO_2 8 % e O_2. Dopo tre ore di riposo la frequenza del polso era in uno 112 e 110 nell'altro, il respiro 26 nel primo e 24 nel secondo ad ogni minuto. Colle inalazioni di ossigeno puro diminuiva un poco la frequenza del polso e del respiro; ma l'effetto era molto più evidente colla mescolanza 8 % di CO_2 e O_2, tanto che dopo aver provato e l'uno e l'altro cilindro senza che io dicessi nulla per non suggestionarli, tutti due preferirono di respirare solo dal cilindro che conteneva la mescolanza. Si vedeva infatti che il respiro diveniva profondo e questo dava loro un sentimento di benessere e dicevano che cessava il male di capo. Il polso scendeva in entrambi da 18 a 20 pulsazioni, senza che diminuisse in modo corrispondente il ritmo del respiro che diveniva affannoso e profondo.

In due altre osservazioni che tralascio per brevità non ebbi un risultato favorevole, sia respirando l'ossigeno puro, sia respirando la mescolanza dell'8 % CO_2 nell'O_2; in un'altra persona si ebbe un miglioramento; cessò la nausea, ma non il mal di capo, quantunque consumasse due cilindri della miscela. Questo alpinista si era lagnato di sonnolenza al ghiacciaio del Grenz venendo su da Zermatt; a circa 4000 m. cominciò la stanchezza, la nausea che poi cessò. Giunto alla Capanna Regina Margherita molto esaurito, mi assicurò che il CO_2 gli dava un grande benessere e che respirando meglio scompariva il senso di oppressione e di fatica che lo teneva accasciato.

Questi risultati sono soddisfacenti. Sapendo che il male di montagna è un fenomeno tanto complesso, e che le difficoltà dell'ascensione fanno prevalere i fenomeni della fatica, io ero certo che le inalazioni di anidride carbonica non potevano essere sempre efficaci. La molestia che recava a molti entrando nella capanna l'odore della cucina e il caldo delle stufe, la grande eccitabilità e l'esaltamento in cui si trovano alcuni alpinisti alla fine di una ascensione, specialmente se il tempo era cattivo, ma più che tutto i disturbi della circolazione che si manifestano colla cianosi, fanno comprendere quanto siano complesse le cause del male di montagna. Mi ricordo di un alpinista il quale mi diceva che al colle del Lys aveva bastato la nebbia per dargli il vomito.

Di notte quando ero molestato dalla respirazione periodica, o per altre cause non potevo dormire, tenni sotto il capezzale un cilindro con ossigeno compresso e 8 % CO_2, quando mi svegliavo aprivo leggermente la chiavetta in modo che uscisse una debole corrente di gas che respiravo coll'imbuto di guttaperca messo vicino alla faccia e spesso mi addormentai in questo modo sentendone un grande sollievo.

§ 2.

Somministrazione del CO_2 *nelle forti depressioni barometriche.*

Esperienze sulle scimmie.

Nell'intento di promuovere le applicazioni del CO_2 nelle ascensioni aereostatiche sperimentai sulle scimmie. Il dott. A. Aggazzotti studiò sopra un orang-utang (*Simia satyrus*) le mescolanze di CO_2 quando la rarefazione dell'aria giunge a tali estremi da mettere in pericolo la vita e pubblicherà in una prossima Nota i risultati di queste esperienze: qui mi limito a dire quanto osservai sulle scimmie scegliendo alcuni esempi fra le molte prove che feci in riguardo.

16 marzo 1904. Pressione 740 mm. Temperatura 18°. Una scimmia maschio della specie *Macacus sinicus* che pesa 4 chilog. arrivata da Genova tre giorni prima, viene messa sotto la campana; è un animale molto vispo e selvaggio, col quale dobbiamo lottare non poco per condurlo dalla stalla nel laboratorio e metterlo sotto la campana. Aspettiamo 15 minuti perchè si calmi; ma anche sotto la campana batte il capo contro le pareti cercando di fuggire. Non potendo contare il respiro, cominciamo la rarefazione dell'aria alle ore 9,32′.

Ore 9,40′. Pressione 359 mm. Respiro 50 al minuto. Comincia a dormire. Di quando in quando chiude gli occhi, si appoggia alle pareti della campana e sbadiglia.

Ore 9,42′. Frequenza del respiro = 58 al minuto, dorme bene, sta incurvata all'innanzi colla testa fra le gambe.

Ore 9,43′. Diamo CO_2. Il respiro diviene più forte e frequente. L'animale si sveglia, e sta meglio. Lasciamo che la pressione diminuisca, essa giunge fino a 280 mm., mentre si continua ad amministrare il CO_2 e le condizioni della scimmia non peggiorano, la frequenza del respiro è 64 al minuto.

Ore 9,45′. Pressione = 239 mm. che corrisponde all'altezza di 9497 m. La scimmia sta bene. Frequenza del respiro 72 al minuto. Prendiamo un campione di aria colle due pipette piene di mercurio. Fatta l'analisi troviamo 12 % CO_2; pressione parziale 28,6 mm. Hg. Cessata l'amministrazione di CO_2 lasciamo che funzionino le pompe; a misura che l'aria si rinnova e scema la pressione parziale del CO_2 tornano a peggiorare le condizioni della scimmia.

Ore 9,52′. La scimmia cadde poco per volta accasciata, ora giace distesa, e dorme, se apre gli occhi il suo sguardo è istupidito. Frequenza del respiro 70 al minuto; pressione = 330 mm.

Ore 9,56′. Continua a dormire. Frequenza del respiro 62 in un minuto.

Ore 10,5′. Lasciai che la scimmia rimanesse per circa 20 minuti alla pressione di 239 mm. per vedere se le condizioni sue cambiassero, ma non vidi alcun mutamento. La scimmia aveva un atteggiamento insolito stando sulle quattro zampe, mentre col naso toccava l'asciugamani messo sulla pietra di marmo, sulla quale poggia la campana. Frequenza del respiro 48 in un minuto.

Ore 10,15′. Continua la depressione a 239 mm. la corrente dell'aria dentro la campana è forte. La scimmia continua a dormire, non ha cambiato di posizione, qualche volta

apre gli occhi, ma è apatica. Picchiando colla nocca delle dita sulla campana guarda, ma senza interessarsi a ciò che succede.

Ore 10,16′. Amministriamo l'ossigeno. La scimmia non si sveglia. La frequenza del respiro che era 40 al minuto scese a 36 al minuto. Questa fu la sola differenza, lo stato di torpore e di sonno non si è modificato: non cambiò posizione e non si è svegliata.

Ore 10,26′. Continua a passare l'ossigeno insieme all'aria in modo da avere una corrente ricca di questo gas sotto la campana, il respiro scende a 34 al minuto, ma l'animale non si sveglia. Prendiamo un campione di aria colle pipette piene di mercurio. Fatta l'analisi troviamo 41 °|₀ O_2. La pressione parziale era 97 mm. Hg., invece che era 155 mm. Hg nell'atmosfera a 740 mm.

Ore 10,37′. Respiro 44 in 30. Dorme sempre nella stessa posizione. Lasciamo che si rinnuovi l'aria e sospendiamo la somministrazione dell'ossigeno.

Facciamo un'altra esperienza per conoscere l'azione del CO_2. Riempio di questo gas una boccia graduata della capacità di 3 litri la quale comunica con altra boccia uguale piena di acqua satura di cloruro sodico: un tubo di gomma messo sul fondo delle due boccie permette di far passare con facilità il CO_2 sotto la campana.

Ore 10,45′ Pressione 220 mm., frequenza del respiro 42 al minuto: la scimmia è accucciata, il sonno tanto profondo che non riusciamo a destarla battendo colla nocca delle dita sulla campana. Le somministriamo tre litri di CO_2: subito cambia di aspetto, il respiro diviene profondo, 64 al minuto. L'animale non solo si è destato, ma gira per la campana con atteggiamenti normali e sembra che la spossatezza sia scomparsa.

Ore 10,48′. Finita l'amministrazione dei tre litri di CO_2, lasciando che funzionino le pompe si rinnova l'aria, e poco per volta la scimmia si rimette a dormire, dopo di essere prima divenuta più calma ed apatica. Respiro 62 in un minuto, oscillazioni del tronco e della testa, movimenti anormali delle braccia fino a che la scimmia cade. Pressione 220 mm.

Ore 10,52′. Cessa l'esperienza e si ritorna alla pressione normale.

Riepilogando: in questa scimmia non si è prodotto il vomito nell'altitudine di 9225 m., invece lo vedremo succedere in altre due scimmie per delle altezze molto minori: questo è quanto osservasi nell'uomo che nelle ascensioni aereostatiche il vomito può talora mancare anche quando si toccano i 10,000 metri, mentre in altre circostanze viene ad altezze notevolmente più basse.

La depressione delle forze e la sonnolenza si producono nelle scimmie come nell'uomo quando agisce l'aria rarefatta. L'anidride carbonica fa scomparire questo malessere, e ristabilisce le funzioni psichiche nella loro integrità, mentre che l'ossigeno da solo non produce un eguale miglioramento.

Ripetendo queste esperienze sulla medesima scimmia ed in altre, osservai che l'azione dell'anidride carbonica si svolge molto più presto che non quella dell'ossigeno. Il ritardo che constatai nel miglioramento delle scimmie quando amministravamo l'ossigeno, si può forse spiegare pensando che l'anidride car-

bonica eccita immediatamente la cellula nervosa nella sua costituzione attuale, mentre che l'ossigeno deve anzitutto ricostituire la sostanza della cellula nervosa, e forse provvedere alla distruzione di prodotti tossici poco ossidati.

§ 3.

Esperienze sotto la campana pneumatica fatte sulle due scimmie che portai al Monte Rosa (1).

1° settembre 1903. Pressione 749 mm. temp. 23. Scimmia femmina messa sotto la grande campana: alle ore 3,10′ fa 44 respirazioni al minuto dopo essere rimasta 15 minuti tranquilla.

Ore 3,13′. Incomincia la rarefazione dell'aria, alle ore 3,23′ la pressione è di 459 mm. e la scimmia ha ripetutamente degli sforzi di vomito senza rigettare il contenuto dello stomaco.

È importante vedere che questa scimmia la quale non aveva mai vomitato nella Capanna Regina Margherita a 425 mm. e 430 mm., ora vomita a 459 mm. Ciò prova che passando rapidamente (cioè in 10 minuti) dalla pressione di 749 mm. all'altezza inferiore al Monte Rosa succede il vomito, mentre questo manca quando gli animali hanno tempo ad acclimatarsi.

Ore 3,30′. Facciamo passare del CO_2 sotto alla campana mentre funzionano le pompe e rimane costante la pressione a 459 mm., il vomito cessa e la respirazione diviene più forte. La scimmia che prima sembrava abbattuta diviene più sveglia ed allegra e si interessa ad un cane che trovasi nella stanza

Ore 3,44′. Continua a passare contemporaneamente la corrente del CO_2 insieme all'aria mentre rimane costante la pressione. Un campione d'aria preso con le pipette piene di mercurio, unite da un lungo tubo in modo da superare la depressione barometrica, contiene $CO_2 = 1,44' \, ^{\circ}/_{\circ}$.

Ore 3,45′. Rendesi maggiore la depressione diminuendo l'accesso dell'aria mentre le pompe funzionano come prima; arrivata a 409 mm. mentre continua l'accesso del CO_2 la scimmia sta bene, si sceglie fra i peli le pulci ed ha l'aspetto normale.

Ore 3,65′. Si fa crescere lentamente la pressione sino che siasi tornati a 749 mm.

Scimmia maschio.

Facciamo immediatamente dopo una esperienza uguale sul maschio. Frequenza del respiro 50 al minuto. Si aspetta 10 minuti finchè sia in riposo.

Ore 4,35′. Comincia la rarefazione dell'aria, 4,47′ pressione 379 mm. Respiro 54. Appena giunta a questa depressione la scimmia fece un movimento fuori del comune, come di vertigine, forse fu uno degli oscuramenti della vista che succedono nella campana pneumatica e che soffrono gli aereonauti a grandi altezze; la scimmia allunga le mani e le braccia come se cercasse un appoggio, ma subito dopo tornò come prima stando seduta ed immobile; a 219 mm. di pressione sembrò dar segno di nausea, allungò un poco il muso, ma non successe altro. La faccia era meno espressiva ed un po' sonnolenta.

(1) A. Mosso, Archives ital. de Biologie. Tome XLI, pag. 397.

Ore 4,53'. Pressione 269 mm. Nausea. Vomito ripetuto con materie non digerite. Dopo la scimmia si mostra abbattuta e tiene gli occhi chiusi; di quando in quando abbassa la testa. Respiro superficiale 55 al minuto.

Ore 4,54'. Diamo l'anidride carbonica, il respiro si rinforza ma non si accelera. Cessa il vomito: la faccia diviene più intelligente, scompare la sonnolenza: il respiro diviene ansante. Si prende un campione nel solito modo e fatta l'analisi troviamo $CO_2 = 9,25$ %.

Lasciamo funzionare le pompe senza aggiungere CO_2, l'aria si rinnova, e tornando a diminuire la tensione del CO_2 la scimmia diviene sonnolenta.

Ore 5,16'. Vomita ripetutamente alla stessa pressione di 269 mm.

Ore 5,17'. Diamo CO_2 e la scimmia subito sta meglio, diventa più vivace ed intelligente, non ha più nausea, nè vomito. Respira profondamente 99 volte al minuto.

Ore 5.20'. Lasciamo funzionare le pompe fino a che l'aria sia rinnovata e ricomparisce la sonnolenza.

Ore 5,23'. Produco una depressione barometrica maggiore = 230 mm.: la scimmia ricade in un malessere grave con sintomi di nausea e sforzi di vomito ripetuti.

Ore 5,24'. Invece del CO_2 somministro dell'ossigeno. Pressione = 300 mm. Vomita ancora mentre penetra l'ossigeno: però subito dopo sta meglio.

Ore 5.28'. Continua a passare l'ossigeno, pressione 300 mm. Non è più tornato il vomito; la scimmia è meno abbattuta, è scomparsa la sonnolenza; indubbiamente sta meglio dopo che facemmo aumentare la pressione parziale dell'ossigeno.

Ore 5,30'. Prendiamo un campione per mezzo delle pipette a mercurio: fatta l'analisi dell'aria troviamo che conteneva 38,95 % O_2. La pressione parziale dell'O_2 = 116 mm. Hg mentre prima nell'aria libera era = 157 mm. Hg.

Le grandi differenze individuali per la facilità più o meno grande colla quale si produce il vomito risultano evidenti. La femmina soffrì il vomito alla pressione di 459 mm.: il maschio dovette giungere alla depressione di 269 mm. prima che si ottenesse il medesimo effetto: vedemmo pure che la rapidità colla quale succede la depressione barometrica ha una influenza sui disturbi che essa produce; perchè mentre la scimmia femmina fu portata sulla vetta del Monte Rosa senza che soffrisse mai il vomito, messa sotto la campana pneumatica e arrivata in 10 minuti alla stessa pressione, essa vomita.

La somministrazione del CO_2 alle scimmie quando soffrono per la depressione barometrica si è mostrata efficace come rimedio in tutte le esperienze qui riprodotte, perchè cessava non solo il vomito quando le scimmie respiravano dell'aria ricca di CO_2, ma scomparivano la depressione delle forze, e la sonnolenza, e le scimmie prendevano un'espressione più allegra e vivace.

Anche l'ossigeno amministrato alle scimmie mentre soffrivano per la depressione barometrica ed era comparso il vomito, si mostrò efficace.

Io avevo già fatto queste esperienze nel 1903 quando il 30 gennaio 1904 Bohr pubblicò nel *Centralblatt für Physiologie* le sue indagini sulla influenza che la tensione dell'anidride carbonica esercita sull'assorbimento dell'ossigeno, nel sangue. Mentre alla pressione ordinaria dell'atmosfera anche dosi notevoli di CO_2 hanno debole influenza sull'assorbimento dell'ossigeno, Bohr trovò che

nell'aria rarefatta quando è piccola la tensione dell'ossigeno, il CO_2 esercita invece un'azione intensa sull'assorbimento dell'ossigeno nel sangue. Per dare un esempio del modo col quale la somministrazione del CO_2 serve in certo qual modo ad estrarre l'ossigeno del sangue, ricorderò qualche cifra presa dalle tabelle del Bohr. Il sangue con 20 mm. di tensione dell' O_2 sopra 67 % di O_2 è già saturo quando la tensione del CO_2 è 5 millimetri; se invece la tensione del CO_2 è uguale a 80 millimetri, bastano solo 17 per cento di O_2 onde saturare il sangue.

Secondo questa legge scoperta dal Bohr l'aggiunta di CO_2 all'aria respirata diviene utile quando è debole la pressione parziale dell'ossigeno, perchè a questo modo si utilizzano delle provviste di questo gas nel sangue, che prima rimanevano inerti.

Un'altra causa rende utile il CO_2 nell'aria rarefatta, e questa è la diminuita tensione che ha l'anidride carbonica nel sangue quando diminuisce fortemente la pressione barometrica. Le analisi del sangue che feci col dott. Marro nella Capanna Regina Margherita non lasciano dubbio su questo fatto (1) perchè in quell'altezza diminuiscono contemporaneamente l'ossigeno e il CO_2 del sangue arterioso. Si aggiunge una terza ragione trovata dal prof. Galeotti. Sappiamo dalle determinazioni dell' alcalinità del sangue (2) sulla vetta del Monte Rosa che la diminuzione dell'alcalinità del sangue nell'uomo e sugli animali scende al 36 e al 44 %. Anche questa modificazione profonda della crasi sanguigna mostra perchè sia utile l'aggiunta di CO_2 nell'aria respirata per compensare l'anidride carbonica deficiente nel sangue.

(1) Mosso e Marro, Archives ital. de Biologie. Tome XXXIX, pag. 395.
(2) Galeotti, Archives ital. de Biologie. Tome XLI, pag. 80.